

Title	POSITIVE PION PRODUCTION BY 185 MEV PROTONS
Author(s)	Kume, Kenji
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1448
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

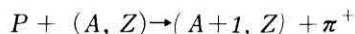
Osaka University

【14】

氏名・(本籍)	久 米 健 次
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 3 5 5 2 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 3 月 25 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	185 MeV の陽子による π -中間子発生
論文審査委員	(主査) 教授 森田 正人 (副査) 教授 内山 龍雄 講師 大坪 久夫 教授 小谷 恒之 助教授 村岡 光男

論 文 内 容 の 要 旨

この論文では、185 MeV の陽子と原子核の衝突による π -中間子発生反応



を理論的に調べることで、低エネルギーでの π -中間子と原子核の相互作用を研究する事を目的とする。この反応に着目したのは以下のような考察からである。即ち、この反応で入射陽子の運動量は、陽子と原子核の重心系で約 560 MeV/c であるのに対し、放出される π -中間子の運動量は約 100 MeV/c であり、陽子と中間子が自由粒子であるとする、transfer される中性子は約 460 MeV/c の大きな運動量を持つ。一方核内核子のこのような大きな運動量成分は非常に小さく、この (p, π^+) 反応の断面積は、核内核子の高い運動量成分に sensitive であると期待される。しかし実際には陽子と π -中間子は原子核との散乱をくり返しており、種々の運動量成分を持っている (distorted wave)。従って、核内核子としては通常の運動量である 200 MeV/c 前後の中性子が transfer される可能性があり、 (p, π^+) 反応の断面積は陽子と π -中間子の distorted wave の様子に強く依存すると予期される。

現在まで、 ^{12}C -核においてこの (p, π^+) 反応の理論的研究が行なわれてきているが、実験で得られた断面積の絶対値及び角分布を理論的に理解出来ていない。陽子と原子核の間の potential としては弾性散乱を記述する現象論的な potential を用い、 π -中間子と原子核の間の potential としては Kisslinger-型を用いて、distorted wave 近似により $^{12}\text{C}(p, \pi^+)^{13}\text{C}$ 反応の断面積を計算すると、実験値の 30 倍近く大きな値になってしまうことが Keating 達によって報告されており、困難の原因は、Kisslinger-potential にあると考えられた。しかし一方で、この potential は π -中間子と原子核の弾性散乱を良く記述する事がわかっている。では何故、Kisslinger-potential は (p, π^+) 反応を説明出来ないのである

うか。

弾性散乱で成功している事から、この potential は on-shell 近傍での π -中間子の波動関数については良い記述を与えるが、off-shell の成分については良くないのではないかと推測出来る。

これを調べるに当り、まず (p, π^+) 反応の断面積を計算するため、遷移行列要素を角運動量展開し、 (p, π^+) 反応の断面積を与える一般式を導いた。又、Kisslinger-potential を改善するためには non-local な potential を扱わねばならず、 π -中間子の波動関数を momentum space で直接、積分方程式を解くことで求めた。さらに現在までの (p, π^+) 反応の断面積の計算では無視されてきた原子核の recoil の効果も考慮して、 $^{12}\text{C}(p, \pi^+)^{13}\text{C}$ 反応の断面積の計算を行なった。

その結果、Kisslinger-potential の parametrization については良いけれど、off-shell での振舞が悪いため、 π -中間子の高い運動量成分を強く入れすぎ、 (p, π^+) 反応断面積の実験値を説明出来なかった事がわかった。そこで Kisslinger-potential の P 波の部分へ、現象論的な、cut-off の因子を入れ、off-shell での相互作用を弱める事で π -中間子と原子核の弾性散乱及び $^{12}\text{C}(p, \pi^+)^{13}\text{C}$ 反応の両者とも矛盾なく説明出来る事を示した。

さらに他の原子核についても系統的に (p, π^+) 反応の研究を行なう必要があるが、そのためにも低エネルギーでの π -中間子と (運動エネルギー $T_{\pi} \lesssim 60\text{MeV}$) 原子核の弾性散乱の実験が強く望まれる。

論文の審査結果の要旨

久米君の論文は、炭素12の原子核に185MeVの陽子を入射した場合に正電荷パイ中間子発生の機構に関する理論である。この反応 $^{12}\text{C}(p, \pi^+)^{13}\text{C}$ 、に関する従来の理論においては、入射粒子に対する原子核の影響および放出パイ中間子と原子核の相互作用をあらわす Kisslinger ポテンシャルをとり入れた歪波近似が行われており、計算された反応断面積は実測値の約30倍大きくなることが知られていた。しかし一方このポテンシャルは、原子核によるパイ中間子の弾性散乱を良く記述することもわかっていて、この矛盾を解決するために Kisslinger ポテンシャルの改善が試みられていたが未だよい方法は見つかっていなかった。

久米君は、Kisslinger ポテンシャルが弾性散乱で成功している事から、このポテンシャルは on shell 近傍ではパイ中間子の波動関数について良い記述を与えるが off shell の成分については良くないと考えた。そして off shell のポテンシャルが高い運動量成分を強く取り入れ過ぎていることに注目し、このポテンシャルの p 波部分を現象論的に cut off することによって相互作用を弱めると、原子核とパイ中間子の弾性散乱に影響を与えることなく $^{12}\text{C}(p, \pi^+)^{13}\text{C}$ の反応断面積の大きさと角分布を正しく記述することに成功した。計算の遂行にあたっては遷移行列を部分波展開し、非局所的ポテンシャルを取り扱うに有用な方法として、パイ中間子の波動関数を運動量空間において積分方程式を解いた。また原子核の反跳効果をも取り入れた。この方法はまた他の原子核における同様な反応にも適用でき、パイ中間子原子核間のポテンシャル決定に役立たせることができる。

以上のように久米君の研究はパイ中間子と原子核の相互作用を解明するために重要な寄与を行ったものであり理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。